

Urhahne, Detlef; Schanze, Sascha

Wie lässt sich das Lernen mit Hypertext effektiver gestalten? Empirischer Vergleich einer linearen und einer netzwerkartigen hypermedialen Lernumgebung

Unterrichtswissenschaft 31 (2003) 4, S. 359-377



Quellenangabe/ Reference:

Urhahne, Detlef; Schanze, Sascha: Wie lässt sich das Lernen mit Hypertext effektiver gestalten? Empirischer Vergleich einer linearen und einer netzwerkartigen hypermedialen Lernumgebung - In: Unterrichtswissenschaft 31 (2003) 4, S. 359-377 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-67835 - DOI: 10.25656/01:6783

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-67835>

<https://doi.org/10.25656/01:6783>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, veröffentlichen oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung

31. Jahrgang / 2003 / Heft 4

<i>Christine Pauli, Kurt Reusser, Monika Waldis, Urs Grob</i> „Erweiterte Lehr- und Lernformen“ im Mathematikunterricht der Deutschschweiz.....	291
<i>Ortrud Sander</i> Weiterbildung von Pflegekräften im mittleren Management - Ein Konzept zur Förderung des Lerntransfers.....	321
<i>Sigmar-Olaf Tergan</i> Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien	334
<i>Detlef Urhahne, Sascha Schanze</i> Wie lässt sich das Lernen mit Hypertext effektiver gestalten? Empirischer Vergleich einer linearen und einer netzwerkartigen hypermedialen Lernumgebung	359
Buchbesprechungen.....	378
Gutachter 2003	380
Hinweise für die Autoren	382

Wie lässt sich das Lernen mit Hypertext effektiver gestalten?

Empirischer Vergleich einer linearen und einer netzwerkartigen hypermedialen Lernumgebung

How does learning with hypertext become more effective?
An empirical comparison of a linear and a network-based
hypermedia learning environment

In der Forschung zum Lernen mit Hypertext und Hypermedia lässt sich zwischen einer system- und einer benutzerzentrierten Perspektive unterscheiden. Dabei steht aus systemzentrierter Sicht die Optimierung des Lernsystems im Vordergrund, während aus benutzerzentrierter Sicht die Interaktion von Lernendem und Lernsystem in den Mittelpunkt rückt. Mit der vergleichenden Untersuchung zweier hypermedialer Lernumgebungen wird hier eine der systemzentrierten Perspektive zugehörige Forschungsarbeit präsentiert. Durch Variation von Lernzielen finden aber auch benutzerrelevante Aspekte Berücksichtigung. 65 Studierende des ersten Semesters bekamen die Aufgabe, sich in einer linearen oder einer netzwerkartigen Programmversion über Aspekte des Themas Säuren und Basen zu informieren. Dazu erhielten sie entweder vorgegebene Lernziele oder konnten sich ihre Lernziele selbst wählen. In den Ergebnissen zeigt sich ein signifikanter Haupteffekt zugunsten des vernetzten Hypertextprogramms sowie ein tendenziell besseres Lernen unter spezifizierter Zielvorgabe. Hypermediale Lernumgebungen können an Lerneffektivität gewinnen, wenn die technischen Möglichkeiten des Lernsystems problemorientiert genutzt und durch benutzerorientierte Lernhilfen sachangemessen ergänzt werden.

Research which focuses on learning with hypertext and hypermedia distinguishes between a system-centered and a user-centered perspective. From the system-centered perspective the optimization of the learning system has priority, whereby from the user-centered perspective the interaction between the learner and the learning system receives most emphasis. With the comparative investigation of two hypermedia learning environments a system-centered research study is presented. By variation of learning goals user-centered aspects are also taken into account. For sixty-five first year

students the task was set to inform themselves about aspects of the topic of acids and bases either with a linear or a network-based program version. They either learned according to self-selected learning goals or prescribed learning goals. The results indicate a significant main effect in favor of the network-based hypertext program as well as a tendency for better learning under specified goal conditions. Hypermedia learning environments possibly become more effective if the learning system makes problem-oriented use of technical opportunities and is adequately supplemented by user-centered learning aids.

1. Einleitung

Hypertexte weisen gegenüber Texten in traditionell linearer Form Besonderheiten auf. Sprachliche und bildliche Informationen sind in einzelne Informationseinheiten partialisiert. Die Informationseinheiten lagern in so genannten Knoten, die durch Verknüpfungen (Links) miteinander verbunden sind. Dadurch bieten Hypertexte eine netzwerkartige, oft hierarchisch gegliederte Informationsstruktur (Kuhlen, 1991; Tergan, 2002). Werden in den Informationsknoten nicht nur Texte, Grafiken und Abbildungen, sondern auch Töne, Animationen, Simulationen oder Videos angeboten, so spricht man von Hypermedia (Jonassen & Mandl, 1990). Zur Darstellung der Struktureigenschaften von Hypertext sind spezielle Medien erforderlich. Leistungsfähige Multimediarechner bieten eine optimale Plattform für die Informationspräsentation mithilfe von Hypertexten.

In der Forschung zum Lernen mit Hypertext und Hypermedia wird für gewöhnlich zwischen einer systemzentrierten und einer benutzerzentrierten Forschungsperspektive unterschieden (Rouet, Levonen, Dillon & Spiro, 1996; Unz & Hesse, 1999). Ziel des systemzentrierten Ansatzes ist dabei die Entwicklung von Richtlinien für die Gestaltung von Hypertextsystemen. Im Vordergrund steht die Frage, wie sich durch ein gelungenes instruktionales Design der Wissenserwerb von Lernenden verbessern lässt. Die meisten empirischen Studien im Bereich der Hypermediaforschung sind an dieser auf die Verbesserung des Lernsystems zielenden Perspektive ausgerichtet. Unter der benutzerzentrierten Perspektive rückt demgegenüber der Interaktionsprozess von Lernendem und Lernsystem in den Fokus der Aufmerksamkeit. Es wird untersucht, welche Lese- oder Navigationsstrategien Lernende anwenden (Astleitner & Leutner, 1995), auf welchen Pfaden sie ein Lernsystem durchkreuzen und in welcher Weise sie von vorzufindenden Informationen Gebrauch machen. Beim benutzerzentrierten Ansatz besteht desweiteren ein Interesse an der Wechselwirkung von Persönlichkeitsmerkmalen der Lernenden und ihren Lernprozessen sowie an der Beeinflussbarkeit des Lernens durch instruktionale Hilfen und Bedingungen.

Mit dem empirischen Vergleich zweier unterschiedlich gestalteter hypermedialer Lernumgebungen zur Förderung des Wissenserwerbs wird hier

eine der systemzentrierten Perspektive zugehörige Forschungsarbeit präsentiert. Dabei wird versucht, methodische Schwächen des systemzentrierten Forschungsansatzes zu vermeiden, wie sie in früheren Studien auf diesem Gebiet offenkundig geworden sind (Tergan, 1997). Durch die weitere Berücksichtigung von lernunterstützenden Bedingungen wird in der vorliegenden Untersuchung darüber hinaus auch der benutzerzentrierten Forschungsrichtung Rechnung getragen.

2. Das Problem der Effektivität hypermedialer Lernumgebungen

In der Vergangenheit sind eine ganze Reihe von Argumenten für die Vorteile der Hypermediatechnologie als Werkzeug für das Lernen hervorgebracht worden. So lassen sich aufgrund der nichtlinearen Struktur sehr viel größere Informationsmengen als bei herkömmlichen Informationssystemen bewältigen (Nielsen, 1995). Diese können ganz nach den eigenen Bedürfnissen der Benutzer weiter in die Tiefe gehend durchforscht werden (Collier, 1987). Im Sinne konstruktivistischer Lerntheorien ist das Lernen mit Hypermedia dadurch - verglichen mit altbekannten Formen der Instruktion - ein sehr viel aktiverer und selbstgesteuerter Lernvorgang (Urhahne, Prenzel, v. Davier, Senkbeil & Bleschke, 2000; Weidenmann, 2001). Motivationale Effekte werden von der Hypermediatechnologie vor allem durch eine Steigerung der Aufmerksamkeit und eine hohe Akzeptanz bei den Benutzern erhofft (Jonassen, 1989). Das neuropsychologische Argument, Hypermedia repräsentiere das Wissen in einer ähnlichen Form wie das menschliche Gedächtnis (Bush, 1945), gilt hingegen inzwischen als widerlegt (Shneiderman & Kearsley, 1989).

Entgegen der vielversprechenden Behauptungen für einen verbesserten Wissenserwerb in hypermedialen Lernumgebungen sind wirkliche Belege in der Literatur verhältnismäßig selten anzutreffen. „The majority of this literature is generally more promotional than investigative.“ (Ayersman, 1996, S. 501). Darüber hinaus sind die erzielten Effektstärken beim Vergleich von hypermediagestützter und traditioneller oder anderweitig computergestützt realisierter Lehre eher gering (Liao, 1999). Chen und Rada (1996) fanden bei einer Überblicksarbeit über 23 Experimentalstudien für Aufgaben der allgemeinen Informationsvermittlung nur wenige echte Vorteile, die Hypertexte gegenüber anderen Medien bieten. In einem anderen Überblicksartikel kommen Dillon und Gabbard (1998) zu dem bedauerlichen Schluss, den Wert von Hypermedia in der Pädagogik als begrenzt einzustufen. Gewisse Vorteile bietet die Hypermediatechnologie wohl am ehesten durch einen schnellen Zugriff auf Informationen beim selbstgesteuerten Lernen komplexer Sachverhalte (Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991).

Um zu verstehen, warum sich in Vergleichsuntersuchungen die Lernwirksamkeit technologisch anspruchsvoller Hypermediasysteme so selten bestätigt hat, muss der Blick auf einige methodische Probleme der Hypermedia-

forschung gerichtet werden. Sie lassen es generell schwierig erscheinen, vorhergesagte Effekte für einen verbesserten Wissenserwerb mit Hypermedia nachzuweisen. In unserer Studie soll ihnen deshalb gezielt entgegenge wirkt werden.

3. Methodische Unzulänglichkeiten der Hypermediaforschung und ihre Berücksichtigung in der eigenen Untersuchung

Für die Forschung zum Lernen mit Hypertext und Hypermedia macht Tergan (1997) darauf aufmerksam, dass neben dem Fehlen einer überzeugenden, in sich stimmigen Theorie konzeptuelle und methodische Unzulänglichkeiten den Nachweis der Lerneffektivität des technologischen Systems gefährden. Jedoch kann nur in dem Maße, in dem konzeptuelle und methodische Probleme aufgegriffen und angegangen werden, die lernförderliche Wirkung von Hypermediasystemen empirisch belegt werden. Auf methodischer Seite benennt Tergan (1997) fünf Hauptprobleme - ein allgemeines und vier spezifische - die es durchwegs nicht leicht machen, den Nachweis der Lerneffektivität von Hypermediasystemen zu führen.

1. Das allgemeine methodische Problem der Hypermediaforschung besteht darin, dass mögliche Effekte des Lernsystems mit anderen Variablen konfundiert sind. So ist ein simpler Vergleich von Hypertexten und linearen Texten wenig sinnvoll, weil neben der Unterschiedlichkeit der Textstrukturen auch unterschiedliche instruktionale Techniken und Methoden zur Anwendung gelangen. Auf dieses Problem der Konfundierung von Variablen in der Multimediaforschung hat bereits Clark (1983, 1994) eindringlich hingewiesen. Schulmeister (1996) hält aus dem gleichen Grunde hypermediale Lernumgebungen gar für nicht evaluierbar.

Das Ziel der aktuellen Medienforschung ist deshalb nicht der Vergleich von computerunterstützter und auf andere Weise realisierter Instruktion, sondern das einander Entgegenhalten unterschiedlicher Lernbedingungen, die mit ein und demselben Medium verwirklicht werden (Mayer, 1997, 2001). Durch dieses Vorgehen lassen sich Bedingungen identifizieren, die medienbasiertes Lernen effektiv unterstützen. In unserer Studie wird der Forderung Mayers durch den Vergleich zweier verschieden gestalteter, hypermedialer Lernumgebungen nachgekommen.

2. Als spezifisches Problem der Hypermedia/-textforschung benennt Tergan den eingeschränkten Gebrauch von Lernkriterien. Häufig geht es in den Studien nur um das Verstehen und Behalten von Lernstoff aus dem Hypertextsystem. „Deep level learning is not in focus.“ (Tergan, 1997, S. 224).

Für unsere Studie wurde aufbauend auf den Fehlvorstellungen von Studierenden zu chemischen Prinzipien und Konzepten ein Wissenstest konstruiert, dessen korrekte Bearbeitung ein tieferes Verständnis der Lernmaterie voraussetzt. Fehlkonzepte sind im Bereich des Lernens der naturwissen-

schaftlichen Fächer häufig anzutreffen (Pfundt & Duit, 1994) und bedürfen einer bewussten Reorganisation der Wissensstrukturen (Krist, 1999; Schnotz, 2001). Ein Test, der an den tiefwurzelnden, fehlerhaften Vorstellungen von Lernenden über eine Wissensdomäne ansetzt, lässt sich durch einfaches Memorieren von Informationen nicht lösen. Interferenzen beim Abruf von neu hinzu gewonnenen und im Langzeitgedächtnis gespeicherten, fehlerbehafteten Informationen gestalten die korrekte Testbearbeitung kompliziert. An dieser Stelle sind tiefergehende organisierende und restrukturierende Lernprozesse vonnöten, um bei der Wissensabfrage bewusst oder unbewusst nicht auf altvertraute Misskonzeptionen zurückzugreifen.

3. Ein weiteres spezifisches Problem der Hypermediaforschung liegt in der Länge der eingesetzten Hypertextprogramme. Die Natur und der Effekt von Hypertext lassen sich nicht mit einem Satz von nur wenigen Seiten Dokument erforschen. Hier wird zum einen die Ordnungsfunktion, die Hypertext für große Datenmengen erfüllt, nicht in Betracht gezogen. Zum anderen ist auch das Erlernen und Behalten testrelevanter Informationen bei kleinen Informationsmengen zu stark vereinfacht.

Die beiden Hypertextprogramme, die in unserer Studie zum Einsatz gelangten, enthielten dagegen so viele Informationen, dass sich die Lernenden ohne weiteres neunzig Minuten lang damit beschäftigen konnten.

4. Zumeist werden Hypertext- und Hypermediasysteme als ein für sich allein stehendes Lernmedium ohne curriculare Anbindung erforscht. Tergan betont, dass computergestütztes Lernen aber gerade dann am meisten bewirkt, wenn es bedeutsame Lerngelegenheiten zu einem bereits bestehenden Curriculum hinzufügt. Das computergestützte, selbstorganisierte Lernen sollte in die traditionellen Methoden des Unterrichtens integriert sein. Hierin stimmt er mit den Vertretern des situierten Lernansatzes (vgl. Klauer, 2001) überein, die den Wissenserwerb in einem realistischen, handlungsrelevanten Lernkontext befürworten.

In unserer Studie sind die beiden Programmversionen ein speziell präpariertes Kapitel einer Internetvorlesung zur Allgemeinen und Anorganischen Chemie, die begleitend zur Vorlesung im Hörsaal für Haupt- und Nebenfachstudierende der Chemie an der Universität Kiel angeboten wird. Die Untersuchungsteilnehmer rekrutieren sich alle aus dem intendierten Kreis der Interessenten, so dass hier in der Tat von curricular eingebetteten und für die Probanden bedeutsamen Lernprozessen gesprochen werden kann.

Weil solche internetbasierten Lernvorgänge auf der freien Entscheidung jedes Einzelnen beruhen, ein zusätzliches Lernangebot anzunehmen, ist es ein Anliegen der Untersuchung, die Akzeptanz des hypermedialen Lernsystems mit zu erfassen. Nur ein weithin anerkanntes Lernwerkzeug wird in realen Lernsituationen Verwendung finden.

5. Schließlich scheint das Lernen mit Hypertext/-media lediglich für Lernende mit hohen Lernkompetenzen und einem Mindestmaß an Computererfahrung geeignet zu sein. Um erfolgreich neues Wissen hinzu zu gewinnen, brauchen Lernende eine gewisse Vorerfahrung in der Interaktion mit dem Lernsystem. Nur dann können sie die Möglichkeiten des technologischen Systems wie hierarchisch aufgebaute Informationsstrukturen so nutzen, dass daraus ein zeitlicher oder gedanklicher Vorteil erwächst.

In unserer Untersuchung zeigen die überdurchschnittlich guten Abiturnoten der Grundstudiumsstudenten und die mit einem Test zur Interneterfahrung geprüften Computerkenntnisse, dass es sich bei den Versuchsteilnehmern um eine gut geschulte Lerngruppe mit den entsprechenden Möglichkeiten zum selbstgesteuerten, technologiegestützten Wissenserwerb handelt.

Alles in allem deutet die Diskussion der methodischen Unzulänglichkeiten der bisherigen Forschung und die Berücksichtigung der Kritikpunkte in unserer Untersuchung darauf hin, dass im vorliegenden Fall methodische Einschränkungen keine gravierende Rolle spielen sollten, wenn es gilt, die lernförderliche Wirkung eines hypermedialen Lernsystems festzustellen.

4. Ergebnisse früherer Studien

Wenn in der Hypermediaforschung empirische Vergleiche von linearen und vernetzten Programmstrukturen durchgeführt werden, so geschieht dies oft mit dem Ziel, unterschiedliche Navigationsstrategien zu identifizieren oder Probleme der Desorientierung („lost in hyperspace“) und kognitiven Überlastung („cognitive overhead“) (Conklin, 1987) aufzudecken und zu beseitigen. Wesentlich seltener werden hingegen die Auswirkungen unterschiedlicher Programmstrukturen auf den Wissenserwerb studiert. Im Folgenden werden einige zeitlich zurückliegende Vergleichsuntersuchungen angeführt. Trotz des ein oder anderen methodischen Mangels können sie wichtige Anhaltspunkte zur Entwicklung von Hypothesen liefern.

Samarapungavan und Beishuizen (1992) verglichen zur oben genannten Frage ein lineares und ein netzwerkartiges Lernprogramm zur Gedächtnispsychologie miteinander. Während sich bei Fragen zum Faktenwissen keine Unterschiede zwischen den beiden Benutzergruppen ergaben, schnitten die Hypertextbenutzer bei Fragen, die das Ziehen von Schlussfolgerungen verlangten, signifikant besser ab.

Gerdes (1997) führte zwei Lernuntersuchungen mit Software zur Geschichte der Geologie und zur Einführung in die Philosophie durch. Als unabhängige Variable fungierte in beiden Studien die Textart mit den Bedingungen linearer Text versus Hypertext. Auf allgemeiner Ebene zeigten sich in den Wissensstrukturen signifikante Unterschiede zugunsten der linear lernenden Gruppe. Darüber hinaus konnte in beiden Untersuchungen ein gleichgerichteter moderierender Effekt des Vorwissens diagnostiziert werden. Lernende

mit einem höheren Vorwissen profitierten in stärkerem Maße vom Lernen mit Hypertexten als Lernende mit einem niedrigen Vorwissen.

Schnotz und Zink (1997) legten ihrer Untersuchung zum Wissenserwerb mit Hypertexten zum Thema „Zeit- und Datumsunterschiede“ ein 2×2faktorielles Versuchsdesign zugrunde. Sie variierten den Texttyp, den Studierende zum Lernen benutzten, und die Art der Zielvorgabe, unter der sie lernten. Die Studierenden lernten auf diese Weise entweder mit einem linearen oder einem Hypertext und wurden angewiesen, spezifische oder unspezifische Zielstellungen zu verfolgen. In den Untersuchungsergebnissen zeigte sich ein Interaktionseffekt. Lineare Texte waren bei unspezifischer Zielstellung besser geeignet als Hypertexte. Bei linearen Texten scheint keine weitere Zielvorgabe vonnöten zu sein. Auf der anderen Seite wirken Hypertexte besser geeignet für das Lernen unter einer spezifischen Zielvorgabe, weil die Informationsverarbeitung stärker auf die aufgabenrelevanten Informationen gerichtet wird.

Für unsere Studie wählten wir das Versuchsdesign und die Versuchsbedingungen in Anlehnung an die Untersuchung von Schnotz und Zink (1997). Diese Art der Untersuchungsanlage sollte es uns ermöglichen, drei Forschungsfragen nachzugehen.

1. Eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Wissensvermittlung mithilfe eines virtuellen Lernsystems ist dessen Akzeptanz. Darum wollten wir herausfinden, ob Inhalte und instruktionales Design der Internetvorlesung den Zuspruch potenzieller Interessenten finden. Dann wäre für einen Kreis möglicher Benutzer eine Basis geschaffen - unabhängig von der Art der Instruktion - einer akzeptierten, curricular eingebundenen Form des Wissenserwerbs nachzugehen.
2. Weiterhin beschäftigt uns die Frage, in welchem Ausmaß Lernende von der Auseinandersetzung mit dem Hypermediasystem profitieren. Gelingt es ihnen in der ungewohnten Lernumgebung, ihr domänenspezifisches Wissen bedeutsam zu verbessern?
3. Zu guter Letzt untersuchen wir die Frage der Wirksamkeit verschieden gestalteter Hypertexte und unterschiedlicher Formen der Instruktion. Aufgrund der zuvor berichteten Resultate vermuteten wir, wie es die Studie von Schnotz und Zink (1997) nahe legt, einen Interaktionseffekt von Lernprogramm und Zielorientierung. Bei einem stark vernetzten Hypertext sollten Lernende durch eine spezifische Zielvorgabe besonders an Erkenntnissen gewinnen, während bei einem linear angeordneten Hypertext sich eine unspezifische Zielvorgabe als besser geeignet erweist.

5. Methode

5.1 Stichprobe

Untersuchungsteilnehmer waren 65 Studierende des ersten Semesters (Alter: \underline{M} = 20.2 Jahre, \underline{SD} = 1.33), die in einer Chemievorlesung für Haupt- und Nebenfachstudierende angeworben wurden. Als Aufwandsentschädigung für die zweieinhalbstündige Untersuchung erhielten die 49 Frauen und 16 Männer DM 40.

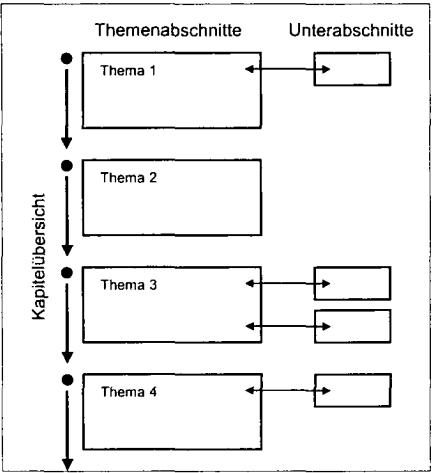
Nur ein kleiner Teil der Studierenden (\underline{N} = 11) belegt den Studiengang Chemie im Hauptfach. Die anderen Probanden (\underline{N} = 54) studieren Chemie als Nebenfach und sind im Hauptfach für Biologie, Pharmazie, Mathematik, Physik, Geologie oder Biochemie eingeschrieben. Die erfragte Abiturdurchschnittsnote der Versuchsteilnehmer liegt im Mittel bei \underline{M} = 2.24 (\underline{SD} = .55). Ein selbst konstruierter Multiple-Choice-Wissenstest zur Interneterfahrung dokumentiert die Vertrautheit der Versuchsteilnehmer mit den neuen Technologien. Bei je vier Antwortmöglichkeiten erkannten die meisten Versuchspersonen die Bedeutung der Begriffe Link (richtige Lösungen: 71%), Meta-Suchsystem (80%), Chat (94%), Download (89%), Broken Link (74%) und Host (48%).

5.2 Lernprogramme

Zu Untersuchungszwecken wurde das Kapitel „Säuren und Basen“ der am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften entwickelten Internetvorlesung ChemNet (Nick et al., 2001) ausgewählt. Vom Säure/Base-Kapitel (<http://www.chemievorlesung.uni-kiel.de/sbase>) wurden zwei verschiedene Programmversionen erstellt: eine mit einem linearen und eine mit einem netzwerkartigen Programmaufbau (Schanze, 2002). Bei den beiden Programmen handelt es sich um einen sehr gering und einen stärker vernetzten Hypertext. Zur leichteren sprachlichen Unterscheidbarkeit soll in der Folge von einer linearen und einer netzwerkartigen Programmversion die Rede sein. Doch stellt auch die linear aufgebaute Programmversion einen, obgleich kaum verzweigten Hypertext dar.

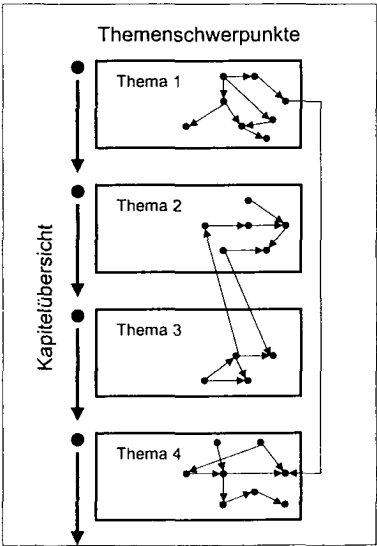
Die lineare Programmversion (s. Abbildung 1) enthält 26 Themenseiten mit 28 Unterabschnitten sowie sieben kurze Videos. Um eine strikte Linearität in dem Kapitel zu gewährleisten, führen die Verlinkungen zu einzelnen Unterabschnitten immer in eine Art Sackgasse. Von dort geht es nur zur jeweiligen Themenseite zurück. Bei dieser Struktur können wichtige Programmteile praktisch nicht ausgelassen werden. Einträge im Glossar können nur über ein externes Menüelement, nicht aber versehentlich direkt von einer der Textseiten aus aufgerufen werden. Die einzelnen Abschnitte sind im linearen Kapitel in der vorgegebenen Reihenfolge zu durchlaufen, so dass leicht Überblick gehalten werden kann.

Abb. 1: Struktur der linear aufgebauten Programmversion



Die Kästen repräsentieren einzelne Themenseiten des Säure/Base-Kapitels. Die Themen werden in einer sinnvollen Reihenfolge nacheinander abgehandelt. Bi-direktionale Pfeile im rechten Teil der Abbildung verweisen auf Verbindungen zu Unterabschnitten mit weiterführenden Informationen.

Abb. 2: Struktur der vernetzt aufgebauten Programmversion



Die Kästen repräsentieren einzelne Themenschwerpunkte des Säure/Base-Kapitels. Innerhalb der Themenschwerpunkte können die Informationsknoten in einer beliebigen Reihenfolge durchlaufen werden. Darüber hinaus bestehen Verknüpfungen zu weiterführenden Informationsknoten in anderen Themenbereichen. Über die Kapitelübersicht (links) können die Themenschwerpunkte auch in linearer Reihenfolge abgehandelt werden.

Die netzwerkartige Programmversion (s. Abbildung 2) verwendet zwanzig Themenschwerpunkte, die als Ausgangspunkte für 91 weitere Informationsknoten fungieren. Zusätzlich sind sieben kurze Videos in die netzwerkartige Hypermediabasis eingebaut. Themenschwerpunkte können grundsätzliche Ideen und Konzepte im Bereich der Säuren und Basen wie Säure/Base-Definitionen, Indikatoren oder der pH-Wert sein. Innerhalb der Themenschwerpunkte sind die Informationsknoten untereinander verknüpft. Darüber hinaus bestehen themenübergreifende Verbindungen zwischen inhaltlich zusammengehörigen Informationsknoten. So kann der Benutzer von einem Themenschwerpunkt ausgehend jederzeit eine Erklärung, ein Beispiel oder passende weiterführende Informationen aufrufen. Das Glossar kann in genau der gleichen Weise wie im linearen Kapitel verwendet werden. Im Gegensatz zur linearen Struktur gibt es keine Vorgabe für die Benutzung der netzwerkartigen Struktur. Eine Orientierungshilfe bietet in beiden Fällen die Kapitelübersicht. In ihr sind die Themen in Form eines Inhaltsverzeichnisses aufgelistet.

Aufgrund der unterschiedlichen Programmstrukturen ergeben sich Unterschiede in der Art des Wissenserwerbs. Das lineare Kapitel ist eher lehrbuchartig aufgebaut und leitet den Studierenden durch die vorstrukturierten Inhalte. Alle Ideen werden hauptsächlich in deduktiver Weise entwickelt. Die Lernenden gewinnen hierbei ihr Wissen, indem sie die gezeigten Phänomene vorausgewählter elektronischer Seiten interpretieren. Im Gegensatz dazu startet die netzwerkartige Struktur bei einem Themenschwerpunkt mit einer Definition oder mit der Einführung eines bestimmten Begriffs. Danach kann der Lernende zwischen zugehörigen Beispielen, Experimenten oder weitergehenden Erklärungen frei entscheiden. Die Benutzung der netzwerkartigen Struktur erfordert vermutlich höhere Fähigkeiten zum selbstgesteuerten Lernen. Benutzer, die über gute Selbststeuerungsfähigkeiten verfügen, finden in der netzwerkartigen Struktur wichtige Informationen schnell und ohne Umschweife. Allerdings können durch das stärker verzweigte Informationsnetz auch leichter Probleme der Desorientierung und kognitiven Überlastung zu Tage treten.

Beide Programmversionen, das lineare und das netzwerkartige Kapitel, enthalten praktisch die gleichen Informationen. Dies ist eine notwendige Bedingung, um ihre Effektivität für das Lernen in einer empirischen Untersuchung zu testen.

5.3 Zielorientierung

Als zweiter Treatmentfaktor wurde die Orientierung der Lernenden auf selbst gewählte oder vorgeschriebene Ziele variiert.

Bei selbst gewählter Zielvorgabe sollten sich die Studierenden ihre eigenen Lernziele definieren. Sie wurden gebeten, zwei verschiedene Fragen zum Thema Säuren und Basen in Form persönlicher Anliegen („Ich will herausfinden, ... Mich interessiert, ...“; instruktional vorgegebene Beispiele für

den Satzbeginn) schriftlich zu fixieren. Nach der Lernsitzung wurden sie erneut gefragt, welchen Fragen sie nachgegangen waren. Damit sollte geprüft werden, ob sich die Probanden an ihre Lernvorhaben erinnern. Hierbei waren durchwegs gute Memorierleistungen zu verzeichnen. Jeder der 34 Versuchsteilnehmer erinnerte mindestens ein selbst gewähltes Ziel. Dreiundzwanzig Probanden waren sogar noch beide ausgewählten Ziele im Gedächtnis geblieben.

Bei vorgeschriebener Zielvorgabe erhielten die Studierenden eine kurze Liste mit sieben Schlüsselbegriffen über die wichtigsten Konzepte der Internetvorlesung. Die ständig verfügbare Lernliste sollte den Versuchsteilnehmern aufzeigen, auf welche fachlichen Ausdrücke es besonders ankommt. Nach der Lernsitzung wurde diese Teilnehmergruppe gefragt, ob sie sich an die Begriffe auf der Lernliste erinnern kann. Dadurch sollte sichergestellt sein, dass das Treatment auch wirklich zur Kenntnis genommen wurde. Die Versuchsteilnehmer zeigten hierbei akzeptable Gedächtnisleistungen. Im Mittel konnten sie etwa vier der sieben Fachausdrücke wieder abrufen ($\underline{M} = 3.97$, $\underline{SD} = 1.92$).

5.4 Wissenstest

Zur Wissensmessung wurde ein Multiple-Choice-Test mit 15 Fragen und jeweils fünf Antwortmöglichkeiten vor (Cronbachs $\alpha = .70$) und nach ($\alpha = .68$) der Lernsession eingesetzt. Für die Konstruktion des Wissenstests zum Thema Säuren und Basen war eigens eine Vorstudie mit 52 Erstsemesterstudierenden des Lehramts Biologie und Physik durchgeführt worden. In offenen Fragen sollten sich die Studierenden auch bei Unkenntnis darum bemühen, eine - manchmal auch kreative - Lösung zu finden. „Wir möchten also nicht nur erfahren, was die in der Frage angesprochene Sache ist, sondern auch, was sie Ihrer Meinung nach sein könnte.“ (Textausschnitt aus der Instruktion). Mit diesem Vorgehen sollten die Fehlvorstellungen der Studierenden über chemische Konzepte erfasst werden. Häufig auftretende Misskonzeptionen wurden neben den richtigen Antworten als Störreize in den Multiple-Choice-Test eingebaut. Ein Itembeispiel lautet: „Eine starke Säure ist (a) eine sehr konzentrierte Säure, (b) eine Säure, die in wässriger Lösung nahezu vollständig dissoziiert, (c) eine Säure mit einem sehr niedrigen pH-Wert, (d) eine Säure, die viele Protonen abgeben kann, (e) eine Säure mit einem pH-Wert kleiner als 3.“ Die richtige Lösung ist (b). Im Falle von (a), (c) und (e) wird die Säurestärke fälschlicherweise als konzentrationsabhängig betrachtet. Aussage (d) ist fehlerhaft, weil in der Antwort ein Bezugssystem wie eine wässrige Lösung fehlt und/oder davon ausgegangen wird, dass Teilchen starker Säuren viele Protonen besitzen.

Mithilfe von sechzehn selbst konstruierten Bewertungsfragen sollte zusätzlich geprüft werden, ob die hypermediale Lernumgebung den Benutzern gefällt und als Lernwerkzeug akzeptiert wird. Zur Beantwortung der Items

nutzten die Studierenden eine vierstufige Likert-Skala (1 - „trifft nicht zu“, 2 - „trifft etwas zu“, 3 - „trifft ziemlich zu“, 4 - „trifft völlig zu“).

5.5 Design und Untersuchungsablauf

Der Studie liegt ein vollständig gekreuztes zweifaktorielles Versuchsdesign zugrunde. Der erste Treatmentfaktor „Lernprogramm“ hat die Ausprägungen lineare vs. netzwerkartige Programmstruktur. Der zweite Treatmentfaktor „Zielorientierung“ besitzt die Ausprägungen selbst gewählte vs. vorge-schriebene Zielvorgabe. In Tabelle 1 ist die zufällig erfolgte Aufteilung der Versuchspersonen auf die verschiedenen Versuchsbedingungen wiedergegeben. Die Verteilungsunterschiede sind nicht signifikant ($\chi^2_{(1)} = .17$, *ns*).

Tab. 1: Aufteilung der Versuchspersonen im 2×2faktoriellen Versuchsdesign

		Lernprogramm	
		linear	vernetzt
Zielorientierung	selbst gewählt	17	17
	vorgegeben	16	15

Die Studierenden lernten in einem Computerlabor an zehn verschiedenen Untersuchungstagen in Gruppen von zwei bis zehn Personen an eigenen Rechnern neunzig Minuten lang mit der Internetvorlesung. Zu Beginn der Lernphase wurde das Treatment „Zielorientierung“ manipuliert. Vor und nach der Sitzung bearbeiteten die Studierenden ohne eine zeitliche Begrenzung den anspruchsvollen Multiple-Choice-Wissenstest. In der Vortestphase wurden auch Abiturnoten und Interneterfahrung der Lernenden erfasst. In der Nachtestphase beantworteten die Studenten im Anschluss an den Wissenstest Fragen zur Akzeptanz und zum Instruktionsdesign der hyper-medialen Lernumgebung.

6. Ergebnisse

Im Ergebnisteil sollen drei unterschiedliche Fragestellungen behandelt werden. (1) Akzeptieren die Studierenden die Internetvorlesung? Gefällt ihnen das instruktionale Design? (2) Können Studierende durch das Lernen mit der Internetvorlesung ihr fachliches Wissen substanziell verbessern? (3) Welche Rolle spielen die verschiedenen Lernprogramme und Lernbedingungen für den Wissenserwerb?

6.1 Akzeptanz

Die Bewertungen der Studierenden über die Internetvorlesung ChemNet geben Aufschlüsse zu Fragen der Akzeptanz und zur Zufriedenheit mit dem Instruktionsdesign. In Tabelle 2 sind die deskriptiven Statistiken von sechzehn Bewertungsfragen zu ChemNet getrennt für die beiden Programmversionen als auch gesamt gesehen wiedergegeben. Bei allen 16 Items zeigen sich bei der Berechnung von t-Tests für unabhängige Stichproben keinerlei Unterschiede in der Wahrnehmung der linearen und der vernetzten Programmversion.

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der 16 Bewertungsfragen zur Internetvorlesung ChemNet zusätzlich unterteilt hinsichtlich linearer und vernetzter Programmversion

Item	linear		vernetzt		Gesamt	
	M	SD	M	SD	M	SD
Die Bedienung des Säure-Base-Kapitels ist einfach.	3.64	.55	3.56	.67	3.60	.61
Die Farbgestaltung im Säure-Base-Kapitel empfinde ich als angenehm.	3.52	.67	3.41	.67	3.46	.66
Die Bildschirmaufteilung im Säure-Base-Kapitel ist übersichtlich.	3.45	.67	3.31	.69	3.38	.68
Die Strukturierung im Säure-Base-Kapitel ist übersichtlich.	3.31	.82	3.42	.62	3.38	.73
Ich empfand es bei ChemNet als angenehm, selbst bestimmen zu können, was ich lesen/lernen will.	3.36	.74	3.38	.71	3.37	.72
Es war für mich sehr wichtig, die Inhalte des Säure-Base-Kapitels auch wirklich zu verstehen.	3.39	.66	3.09	.64	3.25	.64
Im Säure-Base-Kapitel werden alle unbekannten Begriffe erklärt.	3.12	1.02	3.13	.98	3.12	.99
Das Säure-Base-Kapitel enthält genügend Beispiele.	3.03	.92	3.09	.64	3.06	.79
Die Grafiken und Abbildungen im Säure-Base-Kapitel haben mir weitergeholfen.	3.22	.75	2.91	.82	3.06	.79
Auf die Vorkenntnisse der Benutzer ist für mich ausreichend eingegangen worden.	2.85	.87	2.78	.75	2.82	.81
Das Lernen mit dem Säure-Base-Kapitel macht mir Spaß.	2.73	.67	2.83	.65	2.78	.66
Ich schätze meinen Lernerfolg mit dem Säure-Base-Kapitel als hoch ein.	2.36	.70	2.38	.71	2.37	.72
Die Inhalte des Säure-Base-Kapitels werden zu knapp präsentiert. (-)	1.52	.83	1.44	.62	1.48	.73
Es gibt zu wenige Grafiken und Abbildungen im Säure-Base-Kapitel. (-)	1.48	.80	1.47	.67	1.48	.73
Die Texte im Säure-Base-Kapitel sind schwer zu verstehen. (-)	1.55	.62	1.31	.54	1.43	.59
Das Säure-Base-Kapitel war für mich inhaltlich zu schwierig. (-)	1.36	.60	1.38	.66	1.37	.63

Gesamt gesehen erhalten die Aussagen zum instruktionalen Design der Internetvorlesung die höchsten Bewertungen. Die Handhabung des Säure/Base-Kapitels ist einfach, das farbliche Design ist angenehm und auch die Bildschirmaufteilung und die Strukturierung der Inhalte finden bei den Benutzern Zuspruch. Die anderen Bewertungsfragen sprechen dafür, dass die meisten Studierenden das Säure/Base-Kapitel von ChemNet als ein brauchbares Lernwerkzeug betrachten. Es enthält genügend Beispiele, hilfreiche Grafiken und Abbildungen und berücksichtigt die Vorkenntnisse der Lernenden in ausreichendem Maße. Einige Studierende treffen die Aussage,

dass es Spaß gemacht hat, mit dem Säure/Base-Kapitel zu lernen. Die letzten vier Aussagen in Tabelle 2 sind negativ formuliert. Die hierbei auftretenden niedrigen Werte untermauern die Auffassung, dass es sich bei ChemNet um ein hilfreiches, weithin akzeptiertes Lernwerkzeug handelt. Das einzige Item in Tabelle 2 mit einem Wert unterhalb des Skalenmittelwertes von 2.5 ist: „Ich schätze meinen Lernerfolg als hoch ein.“

6.2 Lernerfolg

Entgegen der Skepsis der Studierenden bezüglich ihres eigenen Lernerfolgs vermitteln die objektiven Messergebnisse einen anderen Eindruck. Insgesamt konnten sich die Versuchsteilnehmer vom Vortest mit durchschnittlich sechs richtig beantworteten Fragen ($\underline{M} = 6.17$, $\underline{SD} = 2.86$) zum Nachtest mit über elf richtigen Antworten ($\underline{M} = 11.43$, $\underline{SD} = 2.65$) deutlich verbessern. Die Wissensveränderung ist bei Berechnung eines t-Tests für gepaarte Stichproben auf dem ein Promille-Niveau signifikant ($t(64) = 16.21$, $p < .001$, $\omega^2 = 0.804$). Die berechnete Effektstärke deutet auf einen starken Lerneffekt hin (Bortz, 1999). Wurden im Vortest nur fünf der fünfzehn Aufgaben von mehr als der Hälfte der Untersuchungsteilnehmer richtig beantwortet, so konnten im Nachtest vierzehn Fragen von mehr als fünfzig Prozent der Probanden richtig gelöst werden. Mögliche Deckeneffekte bei der Wissensmessung waren gleichwohl nicht festzustellen. Im Vortest schaffte es keiner und auch im Nachtest gelang es nur fünf der 65 Studierenden, auf alle fünfzehn Fragen des Multiple-Choice-Tests vollkommen korrekt zu antworten.

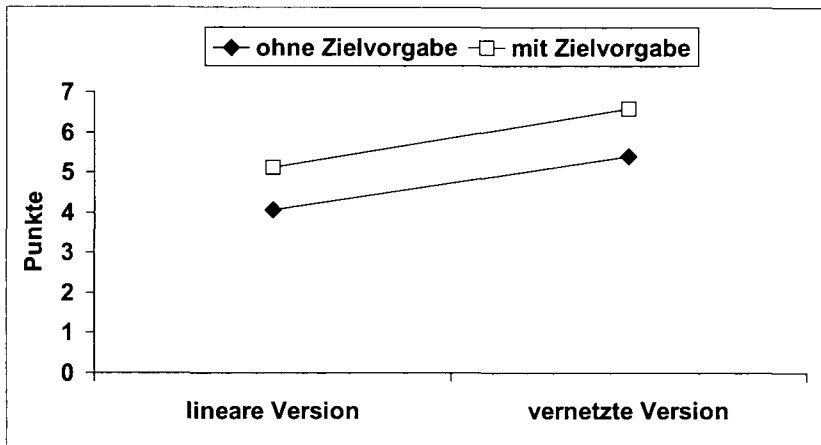
Im Vorwissen besteht ein marginaler Vorteil zugunsten der Untersuchungsteilnehmer, die ohne spezifische Zielvorgabe mit dem Lernprogramm arbeiteten ($\underline{F}(1,61) = 3.49$, $p < .10$, $\omega^2 = 0.103$). Dagegen sind die Vorwissenunterschiede zwischen den Benutzern der beiden Programmversionen ($\underline{F}(1,61) = .23$, \underline{ns}) und die Wechselwirkung von Programm und Zielvorgabe ($\underline{F}(1,61) = .62$, \underline{ns}) statistisch nicht bedeutsam. Tendenziell besteht im Vorwissen also eine geringe Bevorteilung der Probanden, die sich ihre Lernziele selbst setzen können. Führt dieser Wissensvorsprung dazu, dass sie letztlich auch insgesamt besser abschneiden?

6.3 Treatmenteffekte

Zur Frage, wie gut unterschiedliche Lernbedingungen und unterschiedliche Lernprogramme den Lernerfolg von Studierenden unterstützen, wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit dem abhängigen Faktor Lernzuwachs berechnet. Der Lernzuwachs ($\underline{M} = 5.26$, $\underline{SD} = 2.62$) bemisst sich aus der Differenz von Nach- zu Vortest. Die Varianzanalyse in Abbildung 3 zeigt einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Lernprogramm ($\underline{F}(1,61) = 5.11$, $p < .05$, $\omega^2 = 0.159$). Die Studentinnen und Studenten lernen mit dem nichtlinearen, netzwerkartigen Programm besser als mit der linearen Programmversion. Weiterhin ergibt sich ein tendenzieller, wenn auch nicht signifikanter Haupteffekt für den Faktor Zielorientierung

($F(1,61) = 3.25$, $p < .10$, $\omega^2 = 0.094$). Die Studierenden lernten unter vorgeschriebener Zielvorgabe besser als bei freier Wahl der Lernziele. Damit hat sich der im Vortest zu verzeichnende Wissensvorteil der Probanden ohne Zielorientierung praktisch nivelliert. Der erwartete Interaktionseffekt trat nicht auf ($F(1,61) = .01$, *ns*). Berücksichtigt man als zusätzliche Kovariaten Abiturnote und Interneterfahrung der Studierenden in der Varianzanalyse, so verändert das Richtung und Stärke der Befunde nur unwesentlich.

Abb. 3: Gruppenvergleich der durchschnittlichen Lernzuwächse im Wissenstest



7. Diskussion

Mit der vergleichenden Untersuchung zweier hypermedialer Lernprogramme zum Thema „Säuren und Basen“ sollten Bedingungen identifiziert werden, die zu einer effektiven Gestaltung des Lernens in computergestützten Lernumgebungen beitragen. In den Untersuchungsergebnissen konnten zwei lernförderliche Effekte festgestellt werden. Erstens lernten die Studierenden mit einer netzwerkartigen, die Vorteile von Hypermedia ausschöpfenden Programmversion mehr als mit einer linearen Programmversion. Zweitens unterstützte die Vorgabe von Lernzielen in Form einer Lernliste mit Schlüsselbegriffen den Lernprozess tendenziell wirkungsvoller als die freie Auswahl von Lernzielen in Form persönlicher Anliegen.

Aus systemzentrierter Forschungsperspektive stellt sich in erster Linie die Frage, worauf der verbesserte Lernerfolg mit dem netzwerkartig aufgebauten Lernprogramm zurückzuführen ist. Hierfür bieten sich eine Reihe von Erklärungen an, die nicht allein auf den technischen Details der netzwerkartigen Software beruhen.

Eine wichtige Voraussetzung für den Nachweis des Mehrwerts der vernetzten Anordnung von Lerninformationen liegt sicherlich schon in der Berücksichtigung der methodischen Unzulänglichkeiten früherer Forschungsprojekte. Ein realistisches Vergleichsprogramm, ein solide konstruierter Wis-

senstest, ein angemessen langes Hypertextdokument, die Einbindung der Lernumgebung in einen realen Lernkontext und eine Auswahl von Personen mit hohen Lernkompetenzen bildeten alles in allem methodisch aussichtsreiche Voraussetzungen, die Lerneffektivität von Hypermedia empirisch zu belegen.

Eine weitere Bedingung für einen nachweisbar besseren Wissenserwerb zeigt sich bei den Fragen zur Akzeptanz und Zufriedenheit mit der netzwerkartigen Lernumgebung. Hier konnte die Internetvorlesung ChemNet im Hinblick auf das instruktionale Design und die inhaltliche Gestaltung nicht nur den allgemeinen Zuspruch der Studierenden finden; insbesondere zeigte sich, dass die vernetzte Programmversion mindestens ebenso günstig bewertet wurde wie das lineare Lernprogramm. Bedienbarkeit und Übersichtlichkeit des Säure/Base-Kapitels werden von beiden Lerngruppen gleich hoch eingeschätzt. Probleme der Desorientierung, die Wissenserwerbsprozesse in komplexen, technologiegestützten Lernumgebungen gefährden, dürften diesen subjektiven Urteilen zufolge im netzwerkartigen Hypermediaprogramm nicht wesentlich häufiger als bei linearer Informationsreihung im Lernprogramm aufgetreten sein.

Erst unter diesen Voraussetzungen gewinnen die technischen Details der vernetzten Programmversion an Bedeutung. So wurde dafür gesorgt, dass durch die Themenschwerpunkte den Lernenden zuerst einige Grundinformationen über das Lernthema an die Hand gegeben und erst dann weiterführende Informationen, Beispiele oder Experimente zum vertiefenden Lernen angeboten wurden. Dadurch wird ein Hauptproblem von Hypermediaprogrammen angegangen, das in der Wahrung von Kohärenz (Schnotz, 1994), der wahrnehmbaren Zusammengehörigkeit von Informationen, besteht. Nur wenn der Wissenserwerbsprozess in der vernetzten Programmstruktur ohne Abbruch und das Auftreten von Informationslücken vonstatten gehen kann, ist für hinreichende Kohärenz gesorgt. Bei der netzwerkartigen Version wurden die Informationen deshalb so in das Lernprogramm platziert, dass Lernende sie leicht mit vorher gezeigten Informationen integrieren können. In dieser Weise unterstützt das netzwerkartige Hypertextprogramm den Lernprozess durch seine strukturellen Eigenschaften effektiv.

Aus benutzerzentrierter Forschungsperspektive spielen Fragen nach lernunterstützenden Bedingungen außerhalb des technologischen Systems eine Rolle (Urhahne, 2002). Nach den Ergebnissen unserer Untersuchung zu urteilen, erscheint es sinnvoll, Lernende mit zusätzlichen Informationen über die wichtigsten Konzepte der Internetvorlesung zu versorgen. Diese Tendenz für ein generell besseres Lernen unter vorgeschriebenen Zielen steht nur teilweise in Einklang mit dem hypothetisierten Interaktionseffekt von Programmversion und Zielvorgabe, wie er von Schnotz und Zink (1997) gefunden wurde. Über Begründungen dafür kann hingegen nur spekuliert

werden. So könnten das Vorwissen der Lernenden zu Säuren und Basen und der komplexe Lerngegenstand mögliche Erklärungen liefern, warum eine stärkere Steuerung der Lernprozesse sich vorteilhaft auswirkte. Das vorhandene Vorwissen erlaubt eine schnelle Einordnung vorgegebener Ziele und hilft bei der gezielten Suche nach Informationen in dem anspruchsvollen Wissensgebiet. Bei einer anderen Wissensbasis und einem anderen, mehr das verbale Lernen betonenden Thema mögen sich umgekehrte Effekte zugunsten eines stärker selbstregulierten Lernens einstellen. In unserem Fall jedoch, wenn die Studierenden ein schwieriges Thema wie Chemie in einer ungewohnten, komplexen Lernumgebung zu lernen haben, wirkt die Vorgabe von Lernzielen unterstützend auf den Wissenserwerb. Deshalb sollte nicht allein das Lernwerkzeug, sondern auch die Art der Instruktion berücksichtigt werden, wenn hypermediales Lernen an Effektivität gewinnen soll. Insellösungen in diesem Bereich gibt es nicht.

Perspektivisch gesehen wird sich die Hypermediaforschung davon ablösen müssen, allein auf die heilbringenden Eigenschaften des Mediums zu vertrauen. Hypermediale Lernangebote können nur dort wirklich ertragreich sein, wo auch die Einstellungen, das Erkenntnisvermögen und das Wissen der Lernenden hinreichende Berücksichtigung finden. Desweiteren gilt es herauszufinden, wie sich Lernvorgänge in komplexen technologiegestützten Lernumgebungen hilfreich anleiten lassen. Welche Form von Instruktion, Rückmeldung oder angebotener Interaktion fördert die domänenspezifische Wissensentwicklung? In unserer Studie erwiesen sich vorgegebene Lernziele als geeignet, doch ist eine ganze Palette anderweitiger instruktorischer Maßnahmen denkbar, die auf die jeweilige Zielgruppe und den jeweiligen Erkenntnisgegenstand abgestimmt werden müssen. Dann jedoch bieten hypermediale Lernumgebungen ein individuell nutzbares, flexibel handhabbares Informationsangebot, dessen Verbreitung und Nutzung in Aus-, Fort- und Weiterbildung noch deutlich steigen dürfte.

Literatur

- Astleitner, H. & Leutner, D. (1995). Learning strategies for unstructured hypermedia - a framework for theory, research and practice. *Journal of Educational Computing Research*, 13, 387-400.
- Ayersman, D. J. (1996). Reviewing the research on hypermedia-based learning. *Journal of Research on Computing in Education*, 28, 500-525.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bush, V. (1945). As we may think. *Atlantic Monthly*, 176, 101-108.
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction*, 11, 125-156.
- Clark, R. E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53, 445-460.
- Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development*, 42 (2), 21-29.

- Collier, G. (1987). Thoth-II. Hypertext with explicit semantics. In *Proceedings of Hypertext '87* (pp. 269-289). Chapel Hill: University of North Carolina.
- Conklin, J. (1987). Hypertext - An introduction and a survey. *IEEE Computer*, 20 (9), 17-41.
- Dillon, A. & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology: A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control, and style. *Review of Educational Research*, 68, 322-349.
- Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Jonassen, D. (1989). *Hypertext/hypermedia*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Jonassen, D. H. & Mandl, H. (Eds.). (1990). *Designing hypermedia for learning*. Berlin: Springer.
- Klauer, K. J. (2001). Situiertes Lernen. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 635-641). Weinheim: Beltz-PVU.
- Krist, H. (1999). Die Integration intuitiven Wissens beim schulischen Lernen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13 (4), 191-206.
- Kuhlen, R. (1991). *Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Text und Wissensbank*. Berlin: Springer-Verlag.
- Liao, Y.-K. C. (1999). Effects of hypermedia on students' achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8, 255-278.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- McNemar, Q. (1969). *Psychological statistics*. New York: Wiley.
- Nick, S., Schanze, S., Lensment, L., Rabe, K., Andresen, J., Demuth, R. & Bensch, W. (2001). ChemNet - Erste Erfahrungen mit einer Chemievorlesung im Internet. *MNU*, 54 (1), 31-37.
- Nielsen, J. (1995). *Multimedia and hypertext: The internet and beyond*. Boston, MA: AP Professional.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1994). *Bibliography: Student's alternative frameworks and science education*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Rouet, J.-F., Levonen, J. J., Dillon, A. & Spiro, R. J. H. (1996). An introduction to hypertext and cognition. In J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon & R. J. H. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 3-8). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Samarapungavan, A. & Beishuizen, J. (1992). Hypermedia and knowledge acquisition from non-linear expository text. In B. v. Hout-Wolters & W. Schnotz (Eds.), *Text comprehension and learning from text* (pp. 53-69). Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Schanze, S. (2002). *Wissenserwerb mithilfe der internetbasierten Lernumgebung ChemNet: Eine empirische Untersuchung zum Lernen mit linearen und vernetzten Hypertexten*. Elektronische Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Verfügbar unter: http://e-diss.uni-kiel.de/diss_535
- Schnotz, W. (1994). *Aufbau von Wissensstrukturen. Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. Weinheim: Beltz-PVU.

- Schnotz, W. (2001). Conceptual Change. In D. H. Rost (Hrsg.), Handwörterbuch Pädagogische Psychologie (S. 75-81). Weinheim: Beltz-PVU.
- Schnotz, W. & Zink, T. (1997). Informationssuche und Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Hypertext. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 11, 95-108.
- Schulmeister, R. (1996). Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie, Didaktik, Design. Bonn: Addison-Wesley.
- Shneiderman, B. & Kearsley, G. (1989). Hypertext hands-on. An introduction to a new way of organizing and accessing information. New York, NY: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J. & Coulson, R. L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. Educational Technology, 31 (5), 24-33.
- Tergan, S.-O. (2002). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme und Perspektiven. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet (S. 99-112). Weinheim: Beltz-PVU.
- Tergan, S.-O. (1997). Conceptual and methodological shortcomings in hypertext/hypermedia design and research. Journal of Educational Computing Research, 16, 209 - 235.
- Unz, D. C. & Hesse, F. W. (1999). The use of hypertext for learning. Journal of Educational Computing Research, 20, 279-295.
- Urhahne, D. (2002). Motivation und Verstehen. Studien zum computergestützten Lernen in den Naturwissenschaften. Münster: Waxmann.
- Urhahne, D., Prenzel, M., v. Davier, M., Senkbeil, M. & Bleschke, M. (2000). Computereinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht - Ein Überblick über die pädagogisch-psychologischen Grundlagen und ihre Anwendung. Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften, 6, 157-186.
- Weidenmann, B. (2001). Lernen mit Medien. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. (S. 415-465). Weinheim: Beltz-PVU.

Detlef Urhahne

Ludwig-Maximilians-Universität München, Didaktik der Biologie,

Winzererstr. 45/II, D-80797 München

Fon: +49 089 2180 6492, Fax: +49 089 2180 6491

E-Mail: urhahne@lrz.uni-muenchen.de

Sascha Schanze

IPN an der Universität Kiel, Didaktik der Chemie

Olshausenstr. 62, D-24098 Kiel

+49 0431 880 3160, +49 0431 880 5352

E-Mail: schanze@ipn.uni-kiel.de